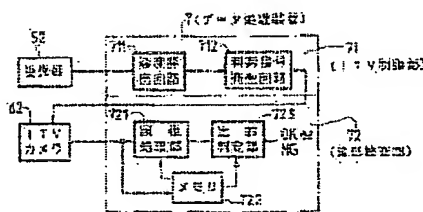


DEFORMATION INSPECTION SYSTEM FOR PANTOGRAPH FRAMEWORK

Publication number: JP6258053 (A) **Also published as:**
Publication date: 1994-09-16 **JP3261199 (B2)**
Inventor(s): HIRAI TETSURO; YOSHIKAWA TAKAO; TAKENAKA YASUO; KANETANI HARUO; YAMAMOTO KATSUO; NIWA MINORU
Applicant(s): HITACHI ELECTRIC ENG. TOKAI; RYOKAKU TETSUDO KK
Classification:
 - **international:** G01B11/24; G01B11/16; G01B11/245; G06T1/00; G01B11/24; G01B11/16; G06T1/00; (IPC1-7) G01B11/24; G06F15/62
 - **European:**
Application number: JP19930075354 19930309
Priority number(s): JP19930075354 19930309

Abstract of JP 6258053 (A)

PURPOSE: To allow accurate, automatic, noncontact detection of deformation of framework in safety by comparing effective length and two crossing angle of each arm in the framework calculated through image processing with those of normal framework. **CONSTITUTION:** When the vehicle advances into a garage, a shoedetecting section detects a shoe and an ITV control section 71 outputs a control signal. An ITV camera 62 picks up the image continuously and when a framework arrives at a predetermined position, a control signal is inputted and an image data at that time is stored 722. An image processing section 721 reads out image data from a memory 722, calculates a threshold value L_s and binarizes the L_s , and then extracts the outline (r) of each arm thus calculating each approximation line R_c ; Furthermore, a linear equation for the line R_c is determined and the coordinates of eight cross points are determined according to each linear equation and then the length of each approximation line, i.e., the effective length of each arm, is calculated based on the difference of coordinate between two cross points and stored 722. Two cross angles are also calculated for each right and left cross point and stored 722. Each



data thus calculated is compared 723
with normal.

Data supplied from the *esp@cenet* database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-258053

(43) 公開日 平成6年(1994)9月16日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 11/24	Z	9108-2F		
G 0 6 F 15/62	A	8125-5L		

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-75354

(22) 出願日 平成5年(1993)3月9日

(71) 出願人 000233480

日立電子エンジニアリング株式会社
東京都千代田区大手町2丁目6番2号

(71) 出願人 390021577

東海旅客鉄道株式会社
愛知県名古屋市中村区名駅1丁目1番4号

(72) 発明者 平井 哲朗

東京都千代田区大手町2丁目6番2号 日
立電子エンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 吉沢 孝夫

東京都千代田区大手町2丁目6番2号 日
立電子エンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 弁理士 梶山 信是 (外1名)

最終頁に続く

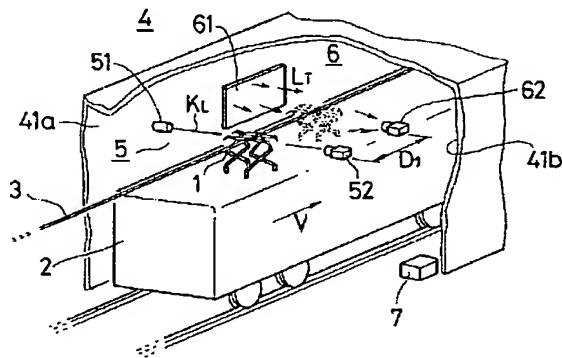
(54) 【発明の名称】 パンタグラフ枠組の変形検査装置

(57) 【要約】

【目的】 パンタグラフ1の枠組11をI T Vカメラにより撮像し、その画像データを画像処理して変形を検査する。

【構成】 検修車庫4の両側の内壁41a, 41b に対向してそれぞれ配設され、投光器および受光器よりなり、進入する車両2のパンタグラフの舟体12を検出する舟体検出部5と、パンタグラフの背景として白色光を照射する照明ボード61、および白色光が照射されたパンタグラフの枠組11のシルエットを撮像するI T Vカメラ62よりなる枠組撮像部6と、車庫内に設置され、I T V制御部71と変形判定部72よりなるデータ処理装置7とにより構成される。

【効果】 車庫に進入中の車両に対して、パンタグラフの枠組の変形が非接触で安全かつ正確に自動検査され、パンタグラフ検査作業の省力化に寄与する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 検修車庫の両側の内壁にそれぞれ対向して配設された、進入する車両のパンタグラフの舟体を検出する投光器および受光器よりなる舟体検出部と、該パンタグラフの背景として白色光を照射する照明ボード、および該白色光が照射されたパンタグラフの枠組のシルエットを撮像するＩＴＶカメラよりなる枠組撮像部とを、該車両の進入方向に適当な間隔をなして設置し、前記車庫内の適当な箇所に設置され、ＩＴＶ制御部と画像処理部とメモリおよび比較判定部よりなるデータ処理装置を具備し、前記舟体検出部により検出された舟体の検出信号を前記ＩＴＶ制御部に入力し、該検出信号の継続時間より該舟体の移動速度を算出し、制御タイミングを求めて前記ＩＴＶカメラに対して制御信号を出力し、撮像された前記枠組のシルエットの画像データを前記画像処理部に転送して画像処理し、前記枠組の各アームの実効長、および左右の各１交点で交る各アームのなす各２交角をそれぞれ算出し、前記比較部において、前記メモリに記録された正常な枠組の各アームの長さおよび各２交角にそれぞれ比較し、前記枠組の変形量を求めて良否を検査することを特徴とする、パンタグラフ枠組の変形検査装置。

【請求項2】 前記画像処理部に転送された枠組のシルエットの画像データを、画像処理により２値化した後、輪郭追跡して前記各アームの輪郭線を抽出し、最小二乗法により該各輪郭線の近似直線を算出してそれぞれの直線方程式を作成し、該各直線方程式により各近似直線の交点の座標を求めて前記各アームの実効長を算出し、かつ、前記左右の各１交点で交る各３近似直線に対する該各直線方程式により前記各２交角を算出することを特徴とする、請求項１記載のパンタグラフ枠組の変形検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、電気車両のパンタグラフ枠組の変形の検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図6は新幹線などで使用されているパンタグラフの一例を示し、パンタグラフ1は複数の直線アームa、b、c……が組合わされた枠組11と、その上端に取り付けられた舟体12よりなり、4アームの下部が碍子13を介して電気車両2の屋根上に固定されている。トロリー線3に対して舟体12が摺動接触して受電し、車両2が走行する。トロリー線3は区間または場所により高さが変化するので、各アームはそれぞれの交点pが関節となり、高さ変化に対応して屈曲する。トロリー線3に故障や障害物の付着などの異常事態が発生したときは、走行中の車両2のパンタグラフ1が衝撃を受けて舟体12または枠組11が変形することがあり、トロリー線3よりの受電に支障する。パンタグラフ1は検修車庫にお

いて定期的または不定期に検査され、変形部分があれば修理される。従来におけるこれらの変形の検査は、専ら目視による外観検査であって必ずしも正確にはなされず、また検査は屋根上作業のため危険かつ非効率であるなど欠点が多く、安全正確で効率的な自動検査方式が要望されている。上記の舟体12の変形に対しては、この発明の発明者らにより光学式の変形検査システムが開発され、「パンタグラフ舟体の変形検測システム」が特許出願されている。該システムにおいては、検修車庫内にＩＴＶカメラを設けて進入中の車両の舟体12を撮像し、画像処理技術を応用して変形を解析する方式であって、変形が正確に検査できるとともに検査作業の安全化と省力化が期待されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記した舟体12の変形検査システムに引きつづいて、枠組11の変形検査の自動化が課題である。この場合もＩＴＶカメラを検修車庫内に設け、進入する車両2を停止することなく枠組11を撮像するが、この撮像にはいくつかの必要条件がある。第1条件は枠組11の各アームが重なり合わないよう撮像する必要があり、第2条件としては、車庫内には照明設備があつてかなりの明るさがあり、これにかかわらず明瞭に撮像することである。次に、枠組11の変形量は基準データに比較して求められるが、比較のためには所定の位置に正確に位置決めされた枠組の画像データが必要である。しかし枠組は停止することなく車両2とともに移動して連続的に撮像されるので、このような画像データを得るための制御方法が必要であり、これが第3条件である。上記の第1条件については、枠組11に対してＩＴＶカメラの撮像方向を適切に設定し、第2条件に対しては照明方法を工夫する。第3条件については、ＩＴＶカメラにより所定の位置で撮像された画像データを、適切なタイミングで画像処理部に転送する、などによ各条件を満たすことができる。この発明は、ＩＴＶカメラにより上記の各条件を満たして枠組を撮像し、その画像データを画像処理して変形を検査する検査装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】この発明はパンタグラフ枠組の変形検査装置であつて、検修車庫の両側の内壁にそれぞれ対向して配設され、進入する車両のパンタグラフの舟体を検出する投光器および受光器よりなる舟体検出部と、パンタグラフの背景として白色光を照射する照明ボード、および白色光が照射されたパンタグラフの枠組のシルエットを撮像するＩＴＶカメラよりなる枠組撮像部とを、車両の進入方向に適当な間隔をなして設置する。また車庫内の適当な箇所に設置され、ＩＴＶ制御部と画像処理部とメモリおよび比較判定部よりなるデータ処理装置を具備する。舟体検出部により検出された舟体の検出信号をＩＴＶ制御部に入力し、検出信号の継続時

3

間より舟体の移動速度を算出し、制御タイミングを求めて I T V カメラに対して制御信号を出力し、撮像された桡組のシルエットの画像データを画像処理部に転送する。画像処理により、桡組の各アームの実効長、および左右の各 1 交点で交る各アームのなす各 2 交角をそれぞれ算出し、比較部において、メモリに記録された正常な桡組の各アームの長さおよび各 2 交角にそれぞれ比較し、桡組の変形量を求めて良否を検査する。上記において、画像処理部に転送された桡組のシルエットの画像データを、画像処理により 2 値化した後、輪郭追跡して各アームの輪郭線を抽出し、最小二乗法により各輪郭線の近似直線を算出してそれぞれの直線方程式を作成する。各直線方程式により各近似直線の交点の座標を求めて各アームの実効長を算出する。さらに、左右の各 1 交点で交る各 3 近似直線に対する各直線方程式により、それぞれの 2 交角を算出するものである。

【0005】

【作用】上記の桡組変形検査装置においては、検修車庫に進入する車両のパンタグラフの舟体が舟体検出部により検出され、その検出信号がデータ処理装置の I T V 制御部に入力し、検出信号の継続時間より舟体の移動速度が算出されて制御タイミングが求められ、I T V カメラに対して制御信号が出力される。一方、車両とともにパンタグラフが照明ボードの位置に移動して背景の白色光が照射され、桡組のシルエットが I T V カメラにより連続して撮像されており、入力した制御信号により所定の撮像位置の画像データが画像処理部に転送される。その画像処理により桡組の各アームの実効長、および左右の各 1 交点で交る各アームのなす各 2 交角がそれぞれ算出され、ついで比較部において、メモリに記録された正常な桡組の各アームの長さおよび各 2 交角にそれぞれ比較されて、桡組の変形量が求められ良否が検査される。ここで各アームの長さについて改めて説明すると、正常なアームの長さは変形すると両端の間隔が短くなるので、単に長さといっても意味が不明確である。そこで本稿においては、正常なアームの長さに対して、変形したアームの両端の間隔を実効長とよんで区別する。上記の画像処理部に転送された画像データは、画像処理により 2 値化された後、輪郭追跡されて各アームの輪郭線が抽出される。各輪郭線は最小二乗法により近似直線が算出され、それぞれの直線方程式が作成される。各直線方程式により各近似直線の交点の座標が求められ、これらの各座標の差分を算出することにより各アームの実効長が求められる。また、左右の各 1 交点で交る 3 近似直線に対する各直線方程式により、それぞれのなす 2 交角が算出される。以上により、桡組の変形量が非接触で正確に自動検査され、従来の検査方法が安全かつ効率化される。

【0006】

【実施例】図 1 ～図 5 はこの発明の一実施例を示す。図 1 は舟体検出部 5 と桡組撮像部 6、およびデータ処理装

4

置 7 の配置図を示し、車庫 4 の両側の内壁 41a, 41b に、投光器 51 と受光器 52 を対向して配設して舟体検出部 5 を構成し、同様に照明ボード 61 と I T V カメラ 62 を配設して桡組撮像部 6 を構成し、両者を間隔 D₁ をなして設置する。照明ボード 61 はパンタグラフ 1 の桡組 11 よりやや大きい面積の乳白色のプラスチック板と、その裏側に配列された光源よりなり、白色光 L₁ を桡組 11 の背面に照射する。I T V カメラ 62 は桡組 11 のすべてのアームを撮像できる方向に、例えば、桡組 11 の中心部に対して斜め右側でやや下向きとして配置される。ただし、後側のアームは撮像できない部分が生じてややむをえない。データ処理装置 7 を車庫 4 内の適当な箇所に配置し、図示しないケーブルにより舟体検出部 5 と桡組撮像部 6 にそれぞれ接続する。図 2 はデータ処理装置 7 の概略のブロック構成を示し、速度算出回路 711 および制御信号発生回路 712 よりなる I T V 制御部 71 と、画像処理部 721 とメモリ 722 および比較判定部 723 よりなる変形検査部 72 とにより構成される。

【0007】図 3 は、舟体検出部 5 と桡組撮像部 6 の連携動作を説明するもので、いま舟体 12 の長さを D₀、進入する車両 2 の速度を V (必ずしも一定ではない) とする。投光器 51 より検出光 K₁ は車両 2 の移動により長さ D₀ の間遮断され、受光器 52 の受光量が時間 t₀ の間低下する。この低下時間 t₀ を示す検出信号が速度算出回路 711 に入力して $D_0 / t_0 = V$ が求められ、ついで制御信号発生回路 712 により、桡組 11 が I T V カメラ 62 に対応する所定の位置に到達する制御タイミング D₁ / V = t₁ が算出され、制御タイミング t₁ で出力される制御信号により、I T V カメラ 62 に撮像されている桡組 11 のシルエットの画像データが、データ処理装置 7 のメモリ 722 に転送されて一旦記憶され、逐次読出されて画像処理される。

【0008】図 4 により、画像処理部 721 における画像データの処理方法を説明する。図 4 (a) は桡組 11 のシルエットの原画像を示し、桡組 11 はアーム a, b, c, d よりなる左桡 11 L と、アーム e, f, g, h よりなる右桡 11 R、および両桡を斜めに連結する連結アーム i, j の 10 本により構成され、各アームは 8 個の交点 p₁ ~ p₈ で交っている。ただし、点線で示す交点 p₁, p₈ の部分は舟体 12 に遮蔽されて撮像されていない。さて、前記したように桡組 11 は車庫内の照明設備により照明されるため、シルエットは全体が真っ黒でなく、部分的に明るいところが混在する。この画像データの明るさに対する、I T V カメラ 62 の受光画素の個数分布を測定すると (b) に示す曲線がえられる。横軸の明るさの小さい範囲に集中している個数の大きい部分は桡組 11 に相当し、明るさの大きい範囲に分散した個数は背景の照明ボード 61 の白色光によるものである。そこで、両者の中間の L₁ を閾値として画像データを 2 値化すると明確な画像データがえられる。これを輪郭追跡して各アーム (a ~ j)

の輪郭線 r を抽出する。(c) は抽出された輪郭線 r の一部を示し、いま輪郭線 r の両側線を r_1, r_2 とし、それぞれに最小二乗法を適用して最も近似した直線 R_1, R_2 を算出し、さらに両者の中心に対する近似直線 R_c を求める。ただし両輪郭線 r_1, r_2 が非常に接近しているときは、一方の直線 R_1 を近似直線 R_c としてよい。各アーム ($a \sim j$) に対する近似直線を ($a_0 \sim j_0$) とすると、(d) に示すスケルトン画像が出来上がる。つぎに各近似直線 ($a_0 \sim j_0$) に対する直線方程式を作成し、各直線方程式により各近似直線の 8 交点 ($p_1 \sim p_8$) の座標を求め、各座標の差分をとると各近似直線の長さ、すなわち各アームの実効長が算出される。また、左右の枠 11L, 11R の各交点 p_2, p_8 をとり、ここで交る各 3 本の近似直線 (a_0, b_0, i_0) と (g_0, h_0, j_0) に対する各直線方程式より、それぞれの 2 交角 $[\theta_{a,b}, \theta_{b,i}]$ と $[\theta_{g,h}, \theta_{h,j}]$ を算出する。以上によりえられた各アームの実効長および各 2 交角は、比較判定部 723 において、予め計測されてメモリ 722 に記憶されている正常な枠組 11 の各アームの長さおよび各 2 交角に対してそれぞれ比較され、それぞれの差分、すなわち変化量の大きさの程度により、変形が許容されるか否かが判定され、許容できるときは良好 (OK) 信号が、否のときは不良 (NG) 信号が出力される。なお、枠組 11 の変形は各アームの実効長と、最低限、各 2 交角のそれぞれの変化量により判断することができるので、交角は左右の交点 p_1, p_8 の 2 交角でも構わない。

【0009】図 5 は、上記の変形検査装置の検査手順に対する概略のフローチャートを示す。まず車庫 4 に車両 2 が進入し①、舟体検出部 5 により舟体 12 が検出され、I TV 制御部 71 より制御信号が出力される②。I TV カメラ 62 は連続して撮像しており、所定の位置に枠組 11 が来たとき制御信号が入力し、その時点の画像データがメモリ 722 に転送されて一旦記憶される③。画像処理部 721 においてはメモリにより画像データを読み出し、閾値 L を算出して 2 値化し④、ついで各アームの輪郭線 r が抽出されて⑤、各近似直線 R_c が算出され⑥、さらに各近似直線 R_c に対する直線方程式が作成される⑦。各直線方程式により 8 交点 $p_1 \sim p_8$ の座標を求め⑧、各 2 交点の座標の差分より各近似直線の長さ、すなわち各アームの実効長が算出されてメモリ 722 に記憶される⑨。また、左右の各 1 交点 p_2, p_8 の各 2 交角 $[\theta_{a,b}, \theta_{b,i}]$ と $[\theta_{g,h}, \theta_{h,j}]$ が算出され、メモリ 722 に記憶される(10)。算出された各データは、比較判定部 723 において正常な各データとそれぞれ比較され、変形量が算出されて良否が判定され(11)、判定結果の OK または NG 信号が出力される(12)。

【0010】

【発明の効果】以上の説明のとおり、この発明による枠組変形検査装置においては、検修車庫に進入する車両のパンタグラフの舟体を検出し、その検出信号により適切なタイミングの制御信号を発生して I TV カメラを制御し、所定の位置において撮像された、背景の白色光による枠組のシルエットの画像データを画像処理して、枠組の各アームの実効長、および左右の各 1 交点で交る各アームのなす各 2 交角をそれぞれ算出し、算出された各データを、予め計測された正常な各アームの長さおよび交角のデータにそれぞれ比較し、枠組の変形量を求めて良否を検査するもので、画像処理方法が詳細に開示されており、進入中の車両の枠組の変形が非接触で安全、かつ正確に自動検査され、パンタグラフ検査作業の省力化に寄与するところには大きいものがある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の一実施例における、変形検査装置の各部の配置図を示す。

【図 2】 データ処理装置 7 の概略のブロック構成を示す。

【図 3】 舟体検出部 5 と枠組撮像部 6 の連携動作の説明図である。

【図 4】 画像処理部 721 の画像データの処理方法の説明図を示し、(a) は枠組 11 のシルエットの原画像、(b) は閾値 L の決定方法の説明図、(c) は輪郭線 r と、その近似直線 R_c の算出方法の説明図、(d) は枠組 11 に対するスケルトン画像をそれぞれ示す。

【図 5】 変形検査手順の概略のフローチャートの一実施例を示す。

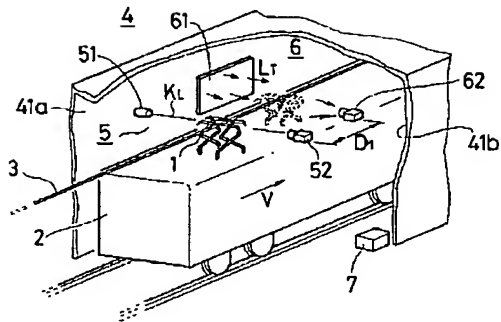
【図 6】 新幹線などで使用されているパンタグラフの一例を示す外観図である。

【符号の説明】

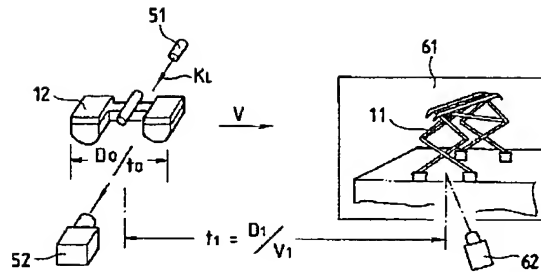
1…パンタグラフ、11…枠組、11L…左枠、11R…右枠、12…舟体、13…碍子
2…電気車両、単に車両、3…トロリー線、4…検修車庫、単に車庫、41a, 41b…両側の内壁、5…舟体検出部、51…投光器、52…受光器、6…枠組撮像部、61…照明ボード、62…I TV カメラ、7…データ処理装置、71…I TV 制御部、711…速度算出回路、712…制御信号発生回路、72…変形検査部、721…画像処理部、722…メモリ

723…比較判定部、 K_i …検出光、 D_i …舟体検出部と枠組撮像部の間隔、 D_0 …舟体の長さ、 V …車両の進入速度、 t_0 …継続時間、 t_1 …制御タイミング、 $a \sim j$ …各アーム、 R_c …近似直線、 $a_0 \sim j_0$ …各アームの近似直線、 $p_1 \sim p_8$ …各アームまたは各近似直線の交点、 θ …交点においてアームまたは近似直線のなす交角。

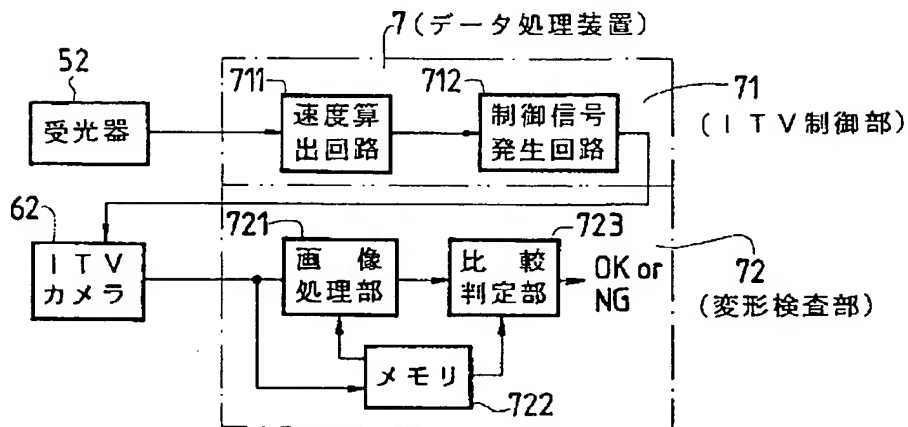
【図1】



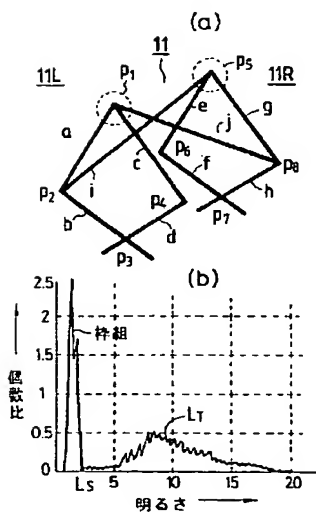
【図3】



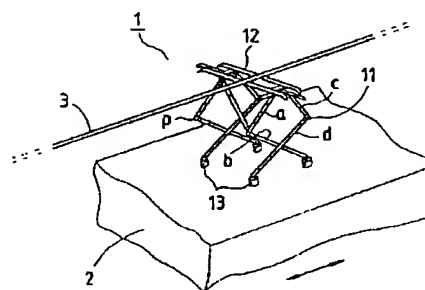
【図2】



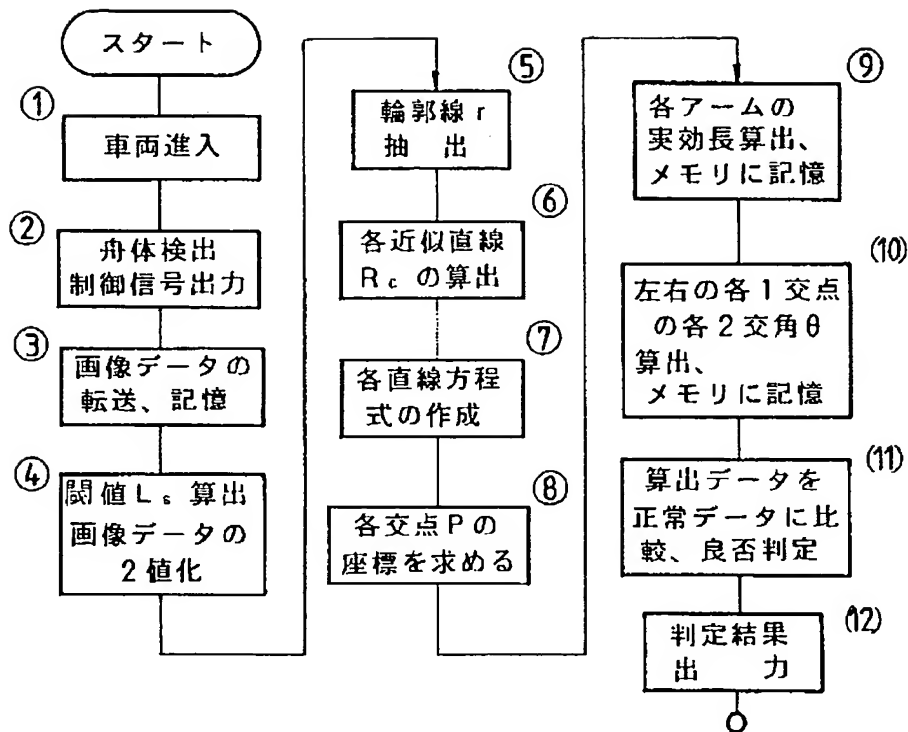
【図4】



【図6】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 竹中 泰雄
東京都千代田区大手町二丁目6番2号 日
立電子エンジニアリング株式会社内
(72)発明者 金谷 晴夫
愛知県名古屋市中村区名駅一丁目1番4号
東海旅客鉄道株式会社内

(72)発明者 山本 勝雄
愛知県名古屋市中村区名駅一丁目1番4号
東海旅客鉄道株式会社内
(72)発明者 丹羽 稔
愛知県名古屋市中村区名駅一丁目1番4号
東海旅客鉄道株式会社内